

Docket No.: 2336-241

PATENT

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of	:
	:
Je Won KIM et al.	: Confirmation No. <i>Not yet assigned</i>
	:
U.S. Patent Application No. <i>Not yet assigned</i>	: Group Art Unit: <i>Not yet assigned</i>
	:
Filed: <i>Herewith</i>	: Examiner: <i>Not yet assigned</i>

For: METHOD OF MANUFACTURING NITRIDE SEMICONDUCTOR LIGHT  
EMITTING DEVICE

**CLAIM OF PRIORITY AND**  
**TRANSMITTAL OF CERTIFIED PRIORITY DOCUMENT**


Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

Dear Sir:

In accordance with the provisions of 35 U.S.C. 119, Applicant hereby claims, in the present application, the priority of *Korean Patent Application No. 2003-0075563, filed October 28, 2003*. The certified copy is submitted herewith.

Respectfully submitted,

**LOWE HAUPTMAN GILMAN & BERNER, LLP**



Benjamin J. Hauptman  
Registration No. 29,310

1700 Diagonal Road, Suite 310  
Alexandria, Virginia 22314  
(703) 684-1111 BJH/etp  
Facsimile: (703) 518-5499  
**Date: February 12, 2004**



별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto  
is a true copy from the records of the Korean Intellectual  
Property Office.

출 원 번 호 : 10-2003-0075563  
Application Number

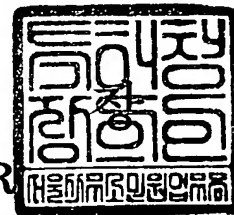
출 원 년 월 일 : 2003년 10월 28일  
Date of Application OCT 28, 2003

출 원 인 : 삼성전기주식회사  
Applicant(s) SAMSUNG ELECTRO-MECHANICS CO., LTD.



2003 년 11 월 28 일

특 허 청  
COMMISSIONER



【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【참조번호】	0009
【제출일자】	2003.10.28
【국제특허분류】	H01L 21/00
【발명의 명칭】	질화물 반도체 발광소자 제조방법
【발명의 영문명칭】	MANUFACTURING METHOD OF NITRIDE BASED SEMICONDUCTOR LIGHT EMITTING DEVICE
【출원인】	
【명칭】	삼성전기 주식회사
【출원인코드】	1-1998-001806-4
【대리인】	
【명칭】	특허법인씨엔에스
【대리인코드】	9-2003-100065-1
【지정된변리사】	손원 , 노세호
【포괄위임등록번호】	2003-045784-9
【발명자】	
【성명의 국문표기】	김제원
【성명의 영문표기】	KIM, Je Won
【주민등록번호】	680510-1703215
【우편번호】	137-784
【주소】	서울특별시 서초구 우면동 코오롱아파트 102동 208호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	강중서
【성명의 영문표기】	KANG, Joong Seo
【주민등록번호】	750130-1017715
【우편번호】	449-843
【주소】	경기도 용인시 수지읍 상현리 성원5차 상떼빌아파트 304-1204
【국적】	KR

## 【발명자】

【성명의 국문표기】

김동준

【성명의 영문표기】

KIM,Dong Joon

【주민등록번호】

730523-1055311

【우편번호】

135-270

【주소】

서울특별시 강남구 도곡동 91-5 도곡삼성래미안 109-1604

【국적】

KR

## 【심사청구】

청구

## 【취지】

특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사를 청구합니다. 대리인  
특허법인씨엔에스 (인)

## 【수수료】

【기본출원료】

20 면 29,000 원

【가산출원료】

2 면 2,000 원

【우선권주장료】

0 건 0 원

【심사청구료】

10 항 429,000 원

【합계】

460,000 원

## 【첨부서류】

1. 요약서·명세서(도면)\_1통

## 【요약서】

## 【요약】

본 발명은 질화물 반도체 발광소자 제조방법에 관한 것으로서, 질화물 반도체 성장용 기판을 마련하는 단계와, 상기 기판 상에  $Al_xIn_yGa_{(1-x-y)}N$  ( $0 \leq x \leq 1$ ,  $0 \leq y \leq 1$ ,  $0 \leq x+y \leq 1$ 임)로 구성된 질화물 반도체 결정막을 성장시키는 단계와, 상기 질화물 반도체 결정막 상에 형성된 자연산화막이 제거되도록, 상기 질화물 반도체 결정막을 수소 또는 수소를 포함한 혼합가스로 표면처리하는 단계; 와, 상기 질화물 반도체 결정막 상에 제1 도전형 질화물 반도체층, 활성층 및 제2 도전형 질화물 반도체층을 순차적으로 형성하는 단계를 포함하는 질화물 반도체 발광소자 제조방법을 제공한다.

본 발명의 질화물 반도체 발광소자 제조방법에 따르면, 우수한 결정성을 갖는 발광 소자를 구현함으로써 소자 신뢰성을 향상시킬 수 있을 뿐만 아니라, 결정결함으로 인한 비발광영역을 감소시킴으로써 발광효율을 증대시킬 수 있다.

## 【대표도】

도 2

## 【색인어】

질화물 반도체 발광소자(nitride semiconductor light emitting device), 버퍼층(buffer layer), 동종접합(homoepitaxy), HPVE(Hydride Vapor Phase Epitaxy)

【명세서】

【발명의 명칭】

질화물 반도체 발광소자 제조방법{MANUFACTURING METHOD OF NITRIDE BASED SEMICONDUCTOR LIGHT EMITTING DEVICE}

【도면의 간단한 설명】

도1은 종래의 질화물 반도체 발광소자를 나타내는 측단면도이다.

도2는 본 발명의 바람직한 실시형태에 따른 질화물 반도체 발광소자의 제조방법을 설명하기 위한 공정흐름도이다.

도3a 내지 도3f는 본 발명의 바람직한 실시형태에 따른 질화물 반도체 발광소자의 제조방법을 설명하기 위한 공정단면도이다.

<도면의 주요부분에 대한 부호설명>

31: 사파이어 기판      32: 질화물 반도체 결정막

33: 제1 도전형 질화물 반도체층    35: 활성층

37: 제2 도전형 질화물 반도체층    39a: 제1 전극

39b: 제2 전극

## 【발명의 상세한 설명】

## 【발명의 목적】

## 【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

- <9> 본 발명은 질화물 반도체 발광소자에 관한 것으로서, 동종접합을 이용하여 기판 상에 고품질의 질화물 반도체층을 성장시킴으로써 질화물 반도체 발광소자 제조방법에 관한 것이다.
- <10> 일반적으로, 질화물 반도체 발광소자는 청색 또는 녹색 파장대의 광을 얻기 위해 사용되는 발광소자로서,  $Al_xIn_yGa_{(1-x-y)}N$  조성식(여기서,  $0 \leq x \leq 1$ ,  $0 \leq y \leq 1$ ,  $0 \leq x+y \leq 1$ 임)을 갖는 반도체물질로 이루어진다.
- <11> 질화물 반도체 결정층(이하, 질화물 반도체층이라 함)은 사파이어( $\alpha-Al_2O_3$ ) 기판 또는 SiC 기판과 같은 이종 기판 상에 성장될 수 있다. 특히, 사파이어 기판은 질화갈륨과 동일한 육방정계 구조를 가지며, SiC기판에 비해 저렴하고 고온에서 안정하기 때문에 주로 사용된다.
- <12> 그러나, 사파이어 기판 역시 질화갈륨과 약 13%의 격자상수 차가 존재하며, 열팽창 계수 차이(-34%)도 크기 때문에, 사파이어 기판과 질화갈륨 단결정의 계면 사이에서 스트레인 발생되며, 이로 인해 결정 내에 격자결함 및 크랙이 발생할 수 있는 문제가 있다. 이러한 결함 및 크랙은 고품질의 질화물 반도체 성장을 어렵게 하고, 최종적으로 제조된 질화물 반도체 발광소자의 수명과 신뢰성을 저하되는 원인이 된다.
- <13> 이러한 문제를 해결하기 위해 사파이어기판 상에 중간버퍼층을 형성하는 이종접합(heteroepitaxy)법이 채용된다. 상기 중간버퍼층으로는  $Al_xGa_{1-x}N$ 과 같은 저온핵성장층이 이용된다. 도1은 종래의 저온핵성장층을 이용한 질화물 반도체 발광소자의 단면도이다.

- <14> 도1에 도시된 바와 같이, 질화물 반도체 발광소자는 사파이어 기판(11), AlN버퍼층(12), 제1 도전형 질화물 반도체층(13), 다중양자우물구조인 활성층(15) 및, 제2 도전형 질화물 반도체층(17)을 포함한다. 또한, 메사에칭되어 노출된 제2 도전형 질화물 반도체층(13) 상면에는 n형 전극(19a)이 형성되며, 상기 제1 질화물 반도체층(13) 상면에는 p형 전극(19b)이 형성된다.
- <15> 여기서, 상기 버퍼층(12)은 성장될 질화물 반도체층 결정특성에 따라 AlN 외에 다른 물질층으로 형성될 수 있다. 예를 들어  $Al_xGa_{1-x}N$ 을 만족하는 저온핵성장층 또는 ZnO층으로 형성될 수도 있다.
- <16> 하지만, 이러한 버퍼층을 형성하더라도 결정구조 및 격자가 다르거나 동종물질인 GaN인 경우도 저온성장층이므로 다결정질층이므로, 후속으로 성장될 질화물 반도체층(13,15,17)에서 높은 품질의 결정을 기대하기 어렵다. 예를 들어, 상기 저온핵성장층인 저온 GaN층상에 형성되는 질화물반도체층은  $10^9 \sim 10^{10}/cm^2$ 수준의 결정결함을 포함하는 것으로 알려져 있으며, 이러한 결정결함은 소자의 신뢰성이 저하시키는 원인이 될 수 있다.
- <17> 또한, 버퍼층으로 사용되는 저온핵성장층을 성장하기 전에, 사파이어 기판 상에 열세척(thermal cleaning)공정이 필수적으로 요구되며, 저온핵성장층의 성장온도와 두께의 공정조건을 매우 민감하여 이를 적절한 범위로 제어하는 것이 어려우므로, 결국 공정시간이 증가되며 공정제어가 복잡해지는 문제가 발생된다.
- <18> 이와 같이, 종래의 저온핵성장층인 버퍼층을 이용하는 방안은 고품질의 질화물 반도체층을 형성하기가 어렵다. 이와 달리, 최근에는 HVPE(Hydride Vapor Phase Epitaxy)법을 이용하여



사파이어 기판 상에 GaN 결정막을 성장시키는 기술이 연구되고 있다. 이러한 GaN 결정막은 미러면을 갖는 고품질의 반도체층으로 성장되는 것이 가능하다는 잇점이 있다.

<19> 하지만, 이러한 GaN 결정막의 성장을 중단한 후에, 발광구조물을 위한 질화물 반도체층을 재성장을 위한 준비과정에서 상기 GaN 결정막에 원하지 않는 산화막이 발생되기 쉽다. 예를 들어, HVPE법으로 사파이어 기판 상에 GaN 결정막을 성장시킨 후에, 발광구조물을 위한 질화물 반도체층을 MOCVD법으로 성장하기 위해 새로운 반응챔버에 이송하는 과정에서 주위에 노출된 GaN 결정막의 표면에 산화막이 발생된다. 이렇게 발생한 산화막으로 인해 오히려 발광구조물의 결정성이 크게 저하된다.

<20> 따라서, 당 기술분야에서는 발광구조물을 위한 고품질 반도체 결정층을 성장시키기 위한 최적의 조건을 만족하는 결정막을 채용할 수 있는 질화물 반도체 발광소자의 제조방법이 요구되어 왔다.

#### 【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

<21> 본 발명은 상술한 기술적 과제를 해결하기 위한 것으로서, 그 목적은 기판 상에 저온핵성장층 대신에 버퍼기능을 하는 동종의 질화물 반도체 결정막을 성장시킴으로써 우수한 결정성을 갖는 발광구조물을 얻을 수 있는 질화물 반도체 발광소자의 제조방법을 제공하는데 있다.

#### 【발명의 구성 및 작용】

<22> 상기한 기술적 과제를 해결하기 위해, 본 발명은

- <23> 질화물 반도체 성장용 기판을 마련하는 단계와, 상기 기판 상에  $\text{Al}_x\text{In}_y\text{Ga}_{(1-x-y)}\text{N}$  ( $0 \leq x \leq 1$ ,  $0 \leq y \leq 1$ ,  $0 \leq x+y \leq 1$ 임)로 구성된 질화물 반도체 결정막을 성장시키는 단계와, 상기 질화물 반도체 결정막 상에 형성된 자연산화막이 제거되도록, 상기 질화물 반도체 결정막을 수소 또는 수소를 포함한 혼합가스로 표면처리하는 단계와, 상기 질화물 반도체 결정막 상에 제1 도전형 질화물 반도체층, 활성층 및 제2 도전형 질화물 반도체층을 순차적으로 형성하는 단계를 포함하는 질화물 반도체 발광소자 제조방법을 제공한다.
- <24> 바람직하게, 상기 질화물 반도체 결정막은 상기 질화물 반도체 결정막 상에 형성되는 제1 도전형 질화물 반도체층과 동일한 조성이며, 상기 질화물 반도체 결정막은 GaN막일 수 있다.
- <25> 또한, 본 발명의 바람직한 실시형태에서, 상기 질화물 반도체 결정막의 두께는  $1\mu\text{m} \sim 10\mu\text{m}$ 일 수 있다. 상기 질화물 반도체 결정막의 두께가  $1\mu\text{m}$ 미만일 경우에는 후속 질화물 반도체층(발광구조물을 형성하기 위한 결정층)을 형성하기 위한 결정막으로서 충분한 효과를 기대하기 어려우며,  $10\mu\text{m}$ 을 초과하는 경우에는 사파이어기판과 같은 질화물 반도체층 성장용 기판과의 격자상수와 열팽창계수의 차이로 인해 기판이 벤딩되어, 전체 상면에 대해 열이 균일하게 전달되지 못하고, 심한 경우에는 기판 자체가 파손될 수 있기 때문이다.

- <26> 바람직하게, 상기 기판 상에 질화물 반도체 결정막을 성장하는 단계는, HVPE(Hydride Vapor Phase Epitaxy)법으로 실행될 수 있다. 이 경우에, 상기 기판 상에 질화물 반도체 결정막을 성장하는 단계 전에, 상기 기판 상에 질소화 처리하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- <27> 상기 질화물 반도체 결정막을 표면처리하는 단계는, 800℃이하의 온도에서 실행하는 것이 바람직하며, 상기 질화물 반도체 결정막을 표면처리하는 단계 후에, 표면상태를 안정화시키기 위해 추가적인 열처리단계를 도입할 수 있다. 이러한 열처리단계는 상기 산화막이 제거된 상기 질화물 반도체 결정막을  $N_2$ ,  $H_2$  및  $NH_3$ 로 구성된 그룹 중 선택된 적어도 하나를 포함한 가스 분위기에서 100℃~1500℃온도로 실행될 수 있다.
- <28> 본 발명의 일 실시형태에서, 상기 제1 도전형 질화물 반도체층, 활성층 및 제2 도전형 질화물 반도체층을 순차적으로 형성하는 단계는, MOCVD(Metal Organic Chemical Vapor Deposition)법으로 실행될 수 있으며, 상기 질화물 반도체 성장용 기판은 사파이어기판 또는 SiC기판일 수 있다.
- <29> 이와 같이, 본 발명에서는 사파이어 기판과 같은 질화물 반도체 결정성장용 기판 상에 HPVE법과 같은 공정으로 질화물 반도체 결정막을 성장한 후에, 발광구조물을 위한 질화물 반도체층을 성장시킴으로써 결정결함밀도가 낮은, 우수한 질화물 반도체 발광소자를 제조할 수 있다. 특히, 본 발명에서는, 버퍼기능을 하는 동종인 질화물 반도체 결정막의 형성공정과 발광구조물을 위한 질화물 반도체층의 형성공정 사이에서 반도체 결정막 상에 필연적으로 발생하는 불이익한 산화막을 제거하는 방안을 포함한다.

- <30> 예를 들어, 질화물 반도체 결정막을 형성하기 위해 HPVE법을 이용한 후, MOCVD법 또는 MBE법을 이용하여 발광구조물을 형성할 때에, 후속공정을 위한 반응챔버를 옮기는 과정에서 원하지 않는 산화막이 질화물 반도체 결정막에 형성되어 발광구조물을 위한 질화물 반도체층의 결정성장이 불가능해진다. 이러한 원하지 않는 산화막으로 인한 불이익한 영향을 해소하기 위해서, 본 발명은 질화물 반도체층을 형성하기 전에 수소 또는 수소를 포함한 가스로 질화물 반도체 결정막의 표면을 처리하는 방안을 함께 제공한다.
- <31> 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시형태를 설명하기로 한다.
- <32> 도2는 본 발명의 바람직한 실시형태에 따른 질화물 반도체 발광소자의 제조방법을 설명하기 위한 공정흐름도이다.
- <33> 본 실시형태는 HPVE법을 이용하여 기판에 질화갈륨(GaN)결정막을 형성하는 공정과 MOCVD법을 이용하여 발광구조물을 형성하는 공정이 결합된 형태를 예시한다.
- <34> 본 실시형태에 따른 질화물 반도체 발광소자의 제조공정은 도2에 도시된 바와 같이, 사파이어 기판을 HVPE공정을 위한 반응챔버에 장착하는 단계(21)로 시작된다. 상기 사파이어 기판은 질화물 반도체 결정을 성장하기 위해 사용되는 기판이며, SiC기판과 같은 다른 기판을 사용할 수도 있다.
- <35> 이어, 사파이어 기판의 표면을 질소화 처리하는 단계(23)를 수행한다. 본 질소화처리단계는 질화갈륨결정막을 성장시키기 위해 적합한 표면상태를 얻기 위한 공정으로서, 일반적으로 HPVE 반응챔버 내에 암모니아( $\text{NH}_3$ )가스를 제공하는 과정으로 실행될 수 있다.

- <36> 본 명세서에서 사용되는 "질소화(nitridation)"라는 용어는 질소를 포함한 가스를 기판 표면에 제공함으로써 아주 얇은 AlN과 같은 층을 형성하여 기판 표면을 개질하는 의미로 사용되며, 의도적으로 AlN 버퍼층을 형성하는 종래의 버퍼층 형성공정과는 전혀 다른 의미로 사용된다.
- <37> 다음으로, 질소화처리된 사파이어 기판 상에 GaN 결정막을 형성하는 공정(25)을 실시한다. 본 공정에서 형성되는 GaN 결정막은 발광구조물을 구성하는 결정막이 아니라, 오히려 종래의 이중 버퍼층을 대신하기 위한 발광구조물의 결정층과 동종인 버퍼층로 이해될 수 있다. 본 공정에서 성장되는 GaN 결정막의 두께는  $1\mu\text{m} \sim 10\mu\text{m}$ 인 것이 바람직하다. 앞서 설명한 바와 같이, GaN 결정막의 두께가  $1\mu\text{m}$ 미만일 경우에는 버퍼층으로서의 충분한 효과를 기대하기 어려우며,  $10\mu\text{m}$ 을 초과하는 경우에는 사파이어 기판과의 격자상수와 열팽창계수의 차이로 인해 기판이 벤딩되어, 상면 전체에 열이 균일하게 전달되지 못하고, 심한 경우에는 기판 자체가 파손될 수 있기 때문이다.
- <38> 이와 같이, 질소화처리공정과 HPVE법을 이용한 공정을 이용하여 사파이어 기판 상에 GaN 결정막을 직접 형성하므로, 상기 GaN 결정막에 형성되는 질화물 반도체층은 획기적으로 감소된 결함밀도를 갖는 우수한 결정층을 기대할 수 있다. 이어, MOCVD법을 이용하여 발광구조물을 위한 질화물 반도체층을 형성하는 공정을 실시한다.

<39> 본 발명에 채용될 수 있는, MOCVD법을 이용한 발광구조물 형성공정은 사파이어기판 상에 형성된 GaN 결정막을 MOCVD 반응챔버에 장착하는 단계(27)로 시작된다. MOCVD법은 원하는 도전형 불순물을 추가하거나 막두께 조절이 용이한 공정으로서 발광구조물을 형성하기 위해 일반적으로 채용되나, MBE공정이 채용될 수도 있다. 이와 같이 공정챔버를 변경하여 이송하는 공정에서 GaN 결정막의 표면에 원하지 않는 산화막이 발생되며, 공정챔버를 변경하지 않더라도 두 성장공정이 단절되므로 다른 외부환경요인의 변경에 의해 발생될 수 있다. 이러한 산화막은 후속 발광구조물의 결정성장공정을 어렵게 하므로, 이를 제거하는 공정이 추가적으로 요구된다.

<40> 이러한 산화막 제거공정으로서 본 발명에서는 수소( $H_2$ ) 또는 수소를 포함한 가스를 이용한 표면처리공정(28)이 도입된다. 즉, MOCVD 반응챔버에서 사파이어 기판 상에 형성된 GaN 결정막에 수소 또는 수소를 포함한 가스를 이용하여 표면처리함으로써 산화막을 제거시킨다. 본 공정에서 사용되는 산화막 제거를 위한 가스로는 수소가스뿐만 아니라, 암모니아( $NH_3$ ) 또는 질소( $N_2$ )와 같은 다른 가스를 추가적으로 포함한 혼합가스일 수 있다. 본 표면처리단계는 통상적인 에칭시간(수십분내지 수시간)을 고려하여  $800^{\circ}C$  이하의 온도에서 수행하는 것이 바람직하다.  $800^{\circ}C$ 를 초과하는 경우에는 산화막에 대한 에칭이 완료되어 GaN 결정막에 대한 에칭이 진행될 수 있다. 이러한 GaN 결정막에 대한 에칭은 GaN결정막의 미러면에서 반사율이 감소하는 것을 확인할 수 있다.

<41> 본 표면처리단계는 후속 열처리단계와 결합되어 보다 바람직하게 수행될 수 있다. 본 발명에서 채용가능한 열처리공정은 수소 또는 수소를 포함한 혼합가스에 의해 표면처리된 표면, 즉 산화막이 제거된 표면을 개선하기 위한 공정으로 사용된다. 바람직하게, 상기 열처리공정은 질소(N

2), 수소( $H_2$ ) 및 암모니아( $NH_3$ )로 구성된 그룹 중 선택된 적어도 하나를 포함한 가스 분위기에  
서  $100^{\circ}C \sim 1500^{\circ}C$  온도로 실시될 수 있다.

<42> 다음으로, 발광구조물을 형성하기 위한 MOCVD공정을 실시한다(29). 본 공정에서는 통상  
적인 발광구조물 형성공정과 같이 제1 도전형 질화물 반도체층, 활성층 및 제2 도전형 질화물  
반도체층을 순차적으로 성장시키는 공정으로 실행된다. 본 공정에서 형성된 발광구조물은 GaN  
결정막에서 직접 형성되므로, 감소된 결함밀도를 가질 수 있으며 우수한 결정성을 기반으로 보  
다 신뢰성이 향상된 발광 소자를 얻을 수 있다.

<43> 도3a 내지 도3f는 본 발명의 바람직한 실시형태에 다른 질화물 반도체 발광소자의 제조  
방법을 설명하기 위한 공정단면도이다.

<44> 우선, 도3a와 같이, 사파이어 기판(31)을 마련하고, 질화갈륨결정막(도3b의 32)을 성장  
시키기 위해 적합한 표면을 갖도록 상기 사파이어 기판(31) 상면을 질소화처리한다. 본 공정은  
소정의 분압으로 사파이어 기판(31) 상에 암모니아( $NH_3$ )가스를 제공하는 과정으로 실행되며,  
이 과정에서 양질의 GaN 결정막이 형성될 수 있도록 얇은 AlN막이 형성될 수 있다.

<45> 이어, 도3b와 같이, 질소화처리된 사파이어 기판(31) 상에 HPVE법을 이용하여 질화물 반  
도체 결정막(32)을 형성하는 공정을 실시한다. 상기 질화물 반도체 결정막(32)은  $1\mu m \sim 10\mu m$ 의  
두께를 갖도록 형성하는 것이 바람직하다. 앞선 실시형태에서는 질화물 반도체 결정막(32)을

GaN물질로 형성하였으나, 이에 한정되지 않으며 발광구조물을 형성하기 위한 최적의 표면결정 조건을 형성하기 위해서 상기 막(31) 위에 바로 성장될 제1 도전형 질화물 반도체와 동일한 조성을 갖는 언도프된 질화물을 이용하여 결정막을 형성하는 것이 바람직하다. 따라서, 본 단계에서 형성되는 질화물 반도체 결정막(31)은 제1 도전형 반도체층 물질과 동일한  $Al_xIn_yGa_{(1-x-y)}N$  ( $0 \leq x \leq 1$ ,  $0 \leq y \leq 1$ ,  $0 \leq x+y \leq 1$ 임) 조성식을 만족하는 질화물로 이루어진 결정막일 수 있다.

<46>      상기 질화물 반도체 결정막의 성장공정을 완료된 후에 후속되는 발광구조물을 성장공정이 진행되기 전에, 도3c와 같이 질화물 반도체 결정막(32)의 표면에 다른 외부환경요인의 변경에 의해 원하지 않는 산화막(32a)이 발생된다. 특히, 질화물 반도체 결정막(32)의 성장공정은 HVPE법으로 실시되며, 발광구조물은 MOCVD법으로 실시되므로, 발광구조물을 형성하기 위해 질화물 반도체 결정막(32)이 형성된 기판을 HVPE 반응챔버에서 MOCVD 반응챔버로 옮기는 과정에서 대기에 노출되어 도3c와 같이 그 표면에 산화막(32a)이 발생된다. 이러한 산화막(32a)로 인해 발광구조물을 위한 반도체 결정층을 형성하기 곤란해진다. 따라서, 질화갈륨결정막을 이용한 발광구조물 결정층 형성은 필연적인 성장공정 중단과 반응챔버 변경과정에서 발생하는 산화막 문제로 인해 실용화되지 못하는 한계가 있어 왔다.

<47>      본 발명은 도3c와 같이 수소( $H_2$ ) 또는 수소를 포함한 가스를 이용하여 질화물 반도체 결정막(32) 상의 산화막(32a)을 제거하기 위한 표면처리공정을 통해 상술한 산화막 문제를 해결할 수 있다. 이러한 표면처리단계는 질화물 반도체 결정막까지 에칭되는 것을 방지하기 위해  $800^\circ C$  이하의 온도에서 실시하는 것이 바람직하다. 또한, 이러한 표면처리단계를 통해 산화막이



제거된 표면을 개선하기 위해 질소( $N_2$ ), 수소( $H_2$ ) 및 암모니아( $NH_3$ )로 구성된 그룹 중 선택된 적어도 하나를 포함한 가스 분위기에서  $100^\circ C \sim 1500^\circ C$  온도로 열처리 공정을 추가적으로 실시할 수도 있다.

<48> 이어, 도3d와 같이 MOCVD법을 이용하여 발광구조물을 형성한다. 본 공정은 MOCVD법 외에도 MBE법으로 실시될 수도 있다. 본 단계를 통해 얻어지는 발광구조물은 도3e에 도시되어 있다.

<49> 도3e와 같이 순차적으로 형성된 제1 도전형 질화물 반도체층(33), 활성층(35) 및 제2 도전형 질화물 반도체층(37)으로 이루어진 발광구조물을 형성할 수 있다. 상기 발광구조물은 질화물 반도체 결정막 상에 형성되므로, 매우 작은 결함밀도를 갖는 우수한 결정으로 형성될 수 있다. 특히, 제1 도전형 질화물 반도체층(33)이 직접 질화물 반도체 결정막(32)과 접하여 형성되기 때문에, 앞서 설명한 바와 같이 보다 우수한 결정성을 얻기 위해서, 질화물 반도체 결정막(32)의 조성은 제1 도전형 질화물 반도체층(33)과 동일한 조성을 갖도록 형성하는 것이 바람직하다.

<50> 다음으로, 상기 제2 도전형 질화물 반도체층(37)과 활성층(35)의 일부를 제거하는 메사에칭공정을 실시하고, 메사에칭으로 노출된 제1 도전형 질화물 반도체층(33) 상면영역과 상기 제2 도전형 질화물 반도체층(37) 상면에 각각 제1 전극(39a)과 제2 전극(39b)을 형성한다. 이러한 공정을 통해 도3f와 같은 질화물 반도체 발광소자를 완성할 수 있다. 본 발명의 제조방법으로 얻어진 발광소자는 질화물반도체 결정막을 기판 상에 형성함으로써 동종접합 또는 그와

유사한 접합을 통해 결정결함이 매우 작은 질화물 반도체층을 형성할 수 있으므로, 소자 내에 비발광영역을 최소화하여 발광효율을 크게 향상시킬 것으로 기대된다.

<51> 이와 같이, 본 발명은 상술한 실시형태 및 첨부된 도면에 의해 한정되는 것이 아니고, 첨부된 청구범위에 의해 한정하고자 하며, 청구범위에 기재된 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 다양한 형태의 치환, 변형 및 변경이 가능하다는 것은 당 기술분야의 통상의 지식을 가진 자에게는 자명할 것이다.

#### 【발명의 효과】

<52> 상술한 바와 같이, 본 발명에 따른 질화물 반도체 발광소자 제조방법에 따르면, 사파이어 기판과 같은 질화물 반도체 결정성장용 기판 상에 HPVE법과 같은 공정으로 질화물 반도체 결정막을 성장하고, 상기 질화물 반도체 결정막 상에 발생하는 산화막을 제거한 후에, 발광구조물을 위한 질화물 반도체층을 성장시킴으로써 결정결함밀도가 낮은, 우수한 질화물 반도체 발광소자를 제조할 수 있다. 따라서, 우수한 결정성을 갖는 발광 소자를 구현함으로써 소자 신뢰성을 향상시킬 수 있을 뿐만 아니라, 결정결함으로 인한 비발광영역을 감소시킴으로써 발광 효율을 증대시킬 수 있다.

**【특허청구범위】****【청구항 1】**

질화물 반도체 성장용 기판을 마련하는 단계;

상기 기판 상에  $\text{Al}_x\text{In}_y\text{Ga}_{(1-x-y)}\text{N}$  ( $0 \leq x \leq 1$ ,  $0 \leq y \leq 1$ ,  $0 \leq x+y \leq 1$ )로 구성된 질화물 반도체 결정막을 성장시키는 단계;

상기 질화물 반도체 결정막 상에 형성된 자연산화막이 제거되도록, 상기 질화물 반도체 결정막을 수소 또는 수소를 포함한 혼합가스로 표면처리하는 단계; 및,

상기 질화물 반도체 결정막 상에 제1 도전형 질화물 반도체층, 활성층 및 제2 도전형 질화물 반도체층을 순차적으로 형성하는 단계를 포함하는 질화물 반도체 발광소자 제조방법.

**【청구항 2】**

제1항에 있어서,

상기 질화물 반도체 결정막은 상기 질화물 반도체 결정막 상에 형성되는 제1 도전형 질화물 반도체층과 동일한 조성인 것을 특징으로 하는 질화물 반도체 발광소자 제조방법.

**【청구항 3】**

제1항에 있어서,

상기 질화물 반도체 결정막은 GaN막인 것을 특징으로 하는 질화물 반도체 발광소자 제조방법.

**【청구항 4】**

제1항에 있어서,

상기 질화물 반도체 결정막의 두께는  $1\mu\text{m} \sim 10\mu\text{m}$ 인 것을 특징으로 하는 질화물 반도체 발광소자 제조방법.

**【청구항 5】**

제1항에 있어서,

상기 기판 상에 질화물 반도체 결정막을 성장하는 단계는, HVPE(Hydride Vapor Phase Epitaxy)법으로 실행되는 것을 특징으로 하는 질화물 반도체 발광소자 제조방법.

**【청구항 6】**

제5항에 있어서,

상기 기판 상에 질화물 반도체 결정막을 성장하는 단계 전에, 상기 기판 상에 질소화 처리하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 질화물 반도체 발광소자 제조방법.

**【청구항 7】**

제1항에 있어서,

상기 질화물 반도체 결정막을 표면처리하는 단계는,

수소가스 또는 수소를 포함한 혼합가스로  $800^{\circ}\text{C}$ 이하의 온도에서 상기 질화물 반도체막을 표면처리하는 단계인 것을 특징으로 하는 질화물 반도체 발광소자 제조방법.

**【청구항 8】**

제1항에 있어서,

상기 질화물 반도체 결정막을 표면처리하는 단계 후에,

상기 산화막이 제거된 상기 질화물 반도체 결정막을  $N_2$ ,  $H_2$  및  $NH_3$ 로 구성된 그룹 중 선택된 적어도 하나를 포함한 가스 분위기에서  $100^\circ C \sim 1500^\circ C$  온도로 열처리하는 단계를 더 포함하는 질화물 반도체 발광소자 제조방법.

【청구항 9】

제1항에 있어서,

상기 제1 도전형 질화물 반도체층, 활성층 및 제2 도전형 질화물 반도체층을 순차적으로 형성하는 단계는, MOCVD(Metal Organic Chemical Vapor Deposition)법으로 실행되는 것을 특징으로 하는 질화물 반도체 발광소자 제조방법.

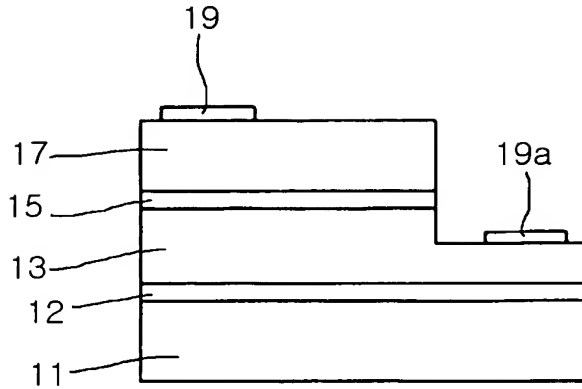
【청구항 10】

제1항에 있어서,

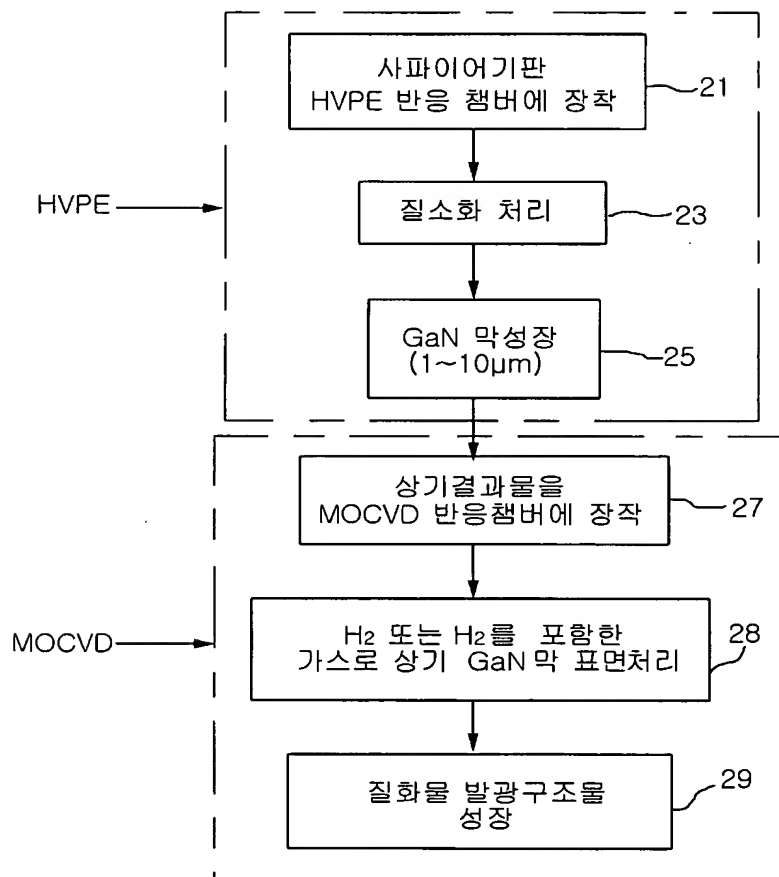
상기 질화물 반도체 성장용 기판은, 사파이어기판 또는 SiC기판인 것을 특징으로 하는 질화물 반도체 발광소자 제조방법.

## 【도면】

【도 1】



【도 2】



【도 3】

